

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-224588

(43)Date of publication of application : 12.08.2004

(51)Int.Cl.

C03B 37/012

C03B 37/018

(21)Application number : 2003-011063

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 20.01.2003

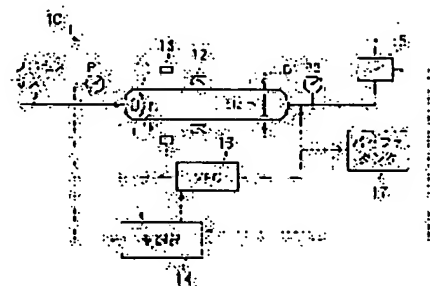
(72)Inventor : KATO HIDEICHIRO  
IJIRI HIDEYUKI  
HASEGAWA SHINJI  
ANZAI SHUNICHI

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING OPTICAL FIBER PREFORM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and an apparatus for manufacturing an optical fiber preform by which the optical fiber preform having a fixed quality is easily manufactured.

**SOLUTION:** In the manufacture of the optical fiber preform 20 from a quartz glass pipe 11, the internal pressure of the quartz glass pipe 11 is easily set to the optimum pressure by measuring the internal pressure by internal pressure measuring means P1 and P2 and controlling internal pressure control means 15 and 16 by a control part 14 based on an experimentally obtained relation between the thickness (t) of the quartz glass pipe 11 and the optimum internal pressure so that the internal pressure of the quartz glass pipe 11 is optimized. As a result, even a non-skilled worker easily manufactures the optical fiber preform 20 having high quality same as that by a skilled worker.





## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

石英ガラスパイプを外側から加熱処理する工程を有し、前記工程において、前記石英ガラスパイプの肉厚に応じて前記石英ガラスパイプの内圧を所定の値とすることを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

## 【請求項 2】

前記石英ガラスパイプの肉厚を計測し、前記内圧の所定値を自動的に設定することを特徴とする請求項 1 記載の光ファイバ母材の製造方法。

## 【請求項 3】

前記石英ガラスパイプ内に層状にガラスを複数層堆積させ、各層を形成する際には、前記各層を堆積する直前の肉厚を算出することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバ母材の製造方法。 10

## 【請求項 4】

石英ガラスパイプの外側を加熱処理する加熱手段と、前記石英ガラスパイプの内圧を計測する内圧計測手段と、前記石英ガラスパイプの内圧を調整する内圧調整手段と、前記内圧調整手段を制御する制御部とを有し、前記制御部は、予め入力されている前記石英ガラスの肉厚に基づいて、所定の内圧を設定し、前記内圧計測手段からの内圧が設定された前記所定の内圧と一致するように前記内圧調整手段を調整することを特徴とする光ファイバ母材の製造装置。 20

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、コラプス法および M C V D 法における圧力制御方法に特徴を有する光ファイバ母材の製造方法およびその装置に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

従来より、光ファイバ母材の製造方法としてロッドインコラプス法が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

ロッドインコラプス法は、コアとなるガラスをロッド状に成形し、クラッドとなる石英ガラスをパイプ状に成形して、ロッドをパイプの内部に挿入した後、加熱しながら真空引き 30

してコアとパイプとの間の空隙を融着して光ファイバ母材を製造するものである。また、光ファイバ母材の製造方法として M C V D 法も知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

M C V D 法は、出発管として石英管を用い、石英管を中心軸周りに回転させながら、石英管端部から石英管の内部に酸素、四塩化ケイ素、四塩化ゲルマニウム等のガラス原料ガスを供給し、同時に石英管の外側からバーナー等の熱源で加熱して、気相酸化反応を起こして石英管の内壁にガラスを生成・堆積させるものである。

## 【 0 0 0 3 】

## 【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 1 0 8 3 7 号公報（第 5、6 頁、第 1 図） 40

## 【特許文献 2】

特開 2 0 0 0 - 3 2 7 3 6 0 号公報（第 3、4 頁、第 1 図）

## 【 0 0 0 4 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、ロッドインコラプス法においては、ロッドと石英ガラスパイプとの間の圧力によって空気が混入したり形状が不均一になったりするため、圧力状態が製造される光ファイバ母材の品質に大きくかわる。また、M C V D 法においても、出発管である石英ガラスパイプの内部圧力によってはガラスが不均一に堆積して光ファイバ母材の品質を落とす場合があり、圧力の制御が光ファイバ母材の製造方法において重要な要素となっている。

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、実際の製造においては、前述した圧力制御は主に作業者の経験に頼っている場合が多く、熟練者が製造した光ファイバ母材と経験が浅い者が製造した光ファイバ母材との間には品質に差が生じ、一定の品質の光ファイバ母材を製造することが困難であるという問題がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、容易に一定の品質の光ファイバ母材を製造することのできる光ファイバ母材の製造方法およびその装置を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

前述した目的を達成するために、本発明にかかる光ファイバ母材の製造方法は、請求項 1 に記載したように、石英ガラスパイプを外側から加熱処理する工程を有し、前記工程において、前記石英ガラスパイプの肉厚に応じて前記石英ガラスパイプの内圧を所定の値とすることを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

ここで、光ファイバ母材の製造方法としては、石英ガラスパイプの内部にガラスロッドを挿入し、加熱処理により一体化させるロッドインコラプス法、および石英ガラスパイプの内部に原料ガスを供給し、加熱処理によりパイプ内部にガラスを堆積させる M C V D 法がある。

【 0 0 0 9 】

このように構成された光ファイバ母材の製造方法においては、石英ガラスパイプから光ファイバ母材を製造する際に、経験的に得られている石英ガラスパイプの肉厚と最適な内圧との関係の基づき、肉厚の変化に対応して内圧を調整しながら光ファイバ母材の製造を行うので、経験の浅い作業者でも熟練者と同様に品質の高い光ファイバ母材を容易に製造することができることになる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明にかかる光ファイバ母材の製造方法は、請求項 2 に記載したように、請求項 1 記載の光ファイバ母材の製造方法において、前記石英ガラスパイプの肉厚を計測し、前記内圧の所定値を自動的に設定することを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

このように構成された光ファイバ母材の製造方法においては、製造工程における石英ガラスパイプの肉厚を自動的に計測するので、肉厚と最適な内圧との関係に基づいて光ファイバ母材の製造を行うことができる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明にかかる光ファイバ母材の製造方法は、請求項 3 に記載したように、請求項 1 または 2 記載の光ファイバ母材の製造方法において、前記石英ガラスパイプ内に層状にガラスを複数層堆積させ、各層を形成する際には、前記各層を堆積する直前の肉厚を算出することを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

このように構成された光ファイバ母材の製造方法においては、石英ガラスパイプ内に層状にガラスを複数層堆積させて各層を形成する際には、堆積する前の肉厚を計測し、この計測値に基づいて内圧を調整する。

【 0 0 1 4 】

また、本発明にかかる光ファイバ母材の製造装置は、請求項 4 に記載したように、石英ガラスパイプの外側を加熱処理する加熱手段と、前記石英ガラスパイプの内圧を計測する内圧計測手段と、前記石英ガラスパイプの内圧を調整する内圧調整手段と、前記内圧調整手段を制御する制御部とを有し、前記制御部は、予め入力されている前記石英ガラスの肉厚に基づいて、所定の内圧を設定し、前記内圧計測手段からの内圧が設定された前記所定の内圧と一致するように前記内圧調整手段を調整することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

ここで、光ファイバ母材の製造装置としては、石英ガラスパイプの内部にガラスロッドを挿入し、加熱処理により一体化させるロッドインコーパス法によるものや、石英ガラスパイプの内部に原料ガスを供給し、加熱処理によりパイプ内部にガラスを堆積させるMCVD法によるものがある。

【 0 0 1 6 】

このように構成された光ファイバ母材の製造装置においては、石英ガラスパイプから光ファイバ母材を製造する際に、肉厚計測手段により石英ガラスパイプの肉厚を計測し、予め経験的に得られている石英ガラスパイプの肉厚と最適な内圧との関係に基づいて、石英ガラスパイプの内圧が最適な値となるように制御部が内圧調整手段を制御するので、容易に内圧を最適値に設定することができる。これにより、経験の浅い作業者でも熟練者と同様に品質の高い光ファイバ母材を容易に製造することができることになる。

【 0 0 1 7 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明に係る光ファイバ母材の製造方法およびその装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明の実施形態に係る光ファイバ母材の製造装置の構成図である。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示すように、この光ファイバ母材の製造装置 1 0 では、出発管である石英ガラスパイプ 1 1 の外側を加熱するバーナーや加熱炉等の加熱手段 1 2 を有しており、石英ガラスパイプ 1 1 を軸回りに回転させると共に加熱手段 1 2 を軸方向へ往復移動させながら石英ガラスパイプ 1 1 の外側を均一に加熱する。なお、加熱手段 1 2 の上流側には肉厚計測手段 1 3 が設けられており、石英ガラスパイプ 1 1 の肉厚  $t$  を計測して制御部 1 4 に計測値をフィードバックするようになっている。また、石英ガラスパイプ 1 1 の入口側および出口側にはそれぞれ圧力計 P 1、P 2 が設けられており、各々入口側と出口側の圧力を自動的に計測するようになっている。圧力計 P 1、P 2 によって計測された圧力は、制御部 1 4 にフィードバックされる。

【 0 0 1 9 】

なお、石英ガラスパイプ 1 1 には上流側から S i C l<sub>4</sub> のようなプロセスガスが供給されており、下流側に設けられている内圧調整手段である圧力調整弁 1 5 の調整により、排出されるガスの量を調整して石英ガラスパイプ 1 1 の内圧を調整するようになっている。さらに、石英ガラスパイプ 1 1 の下流側に合流する内圧調整手段である M F C 1 6 が設けられており、下流側の圧力計 P 2 の計測値が低すぎると制御部 1 4 が判断した場合には、制御部 1 4 の制御により M F C 1 6 から N<sub>2</sub> のようなガスを送り込んで内圧を上げるようにする。なお、M F C 1 6 の下流側にはバッファタンク 1 7 が設けられており、M F C 1 6 から圧力調整のためのガスを供給した際に内圧が振動するいわゆる圧力ハンチングが生じるのを抑制するようにしている。

【 0 0 2 0 】

次に、本発明に係る光ファイバ母材の製造方法について説明する。図 2 には制御部 1 4 における制御の流れを示してある。

まず、負荷する石英ガラスパイプ 1 1 の外径 D 1、内径 D 2 を入力し、外形 D 1 および内径 D 2 から算出された肉厚  $t$ 、あるいは入力された肉厚  $t$  から最適な内圧を設定し（ステップ S 1）、これに基づいて制御対象である石英ガラスパイプ 1 1 の内圧の圧力調整を行う（ステップ S 2）。このとき、随時内圧を検出して（ステップ S 3）、フィードバックして内圧が設定値と一致するようにする。ここで、これまでの光ファイバ母材の製造における石英ガラスパイプ 1 1 の肉厚  $t$  とパイプ内部の内圧との関係を記録してみると、一定の関係があることが分かった。このため、肉厚  $t$  を検出し（ステップ S 4）、経験的に得られている石英ガラスパイプの肉厚  $t$  と最適な内圧との関係に基づいて、制御部 1 4 が補正值を算出し（ステップ S 5）、内圧調整手段である圧力調整弁 1 5 および M F C 1 6 を制御して石英ガラスパイプ 1 1 の内圧を最適値に設定する。

【 0 0 2 1 】

なお、石英ガラスパイプ 11 の肉厚  $t$  は、肉厚計測手段 13 により自動的に計測されて制御部 14 にフィードバックされようにするのがよい。制御部 14 は、図 3 (A) に示すように、送られてきた肉厚  $t$  の値に対する設定内圧を求め、実際の内圧が設定内圧と一致するように圧力調整弁 15 を制御する。すなわち、設定内圧が高くなると、圧力調整弁 15 を閉じると共に、図 3 (B) に示すように、MFC 16 からのガスの供給量を多くして石英ガラスパイプ 11 の内部から排出されるガスの量を減少させて内圧を上げるようにする。

#### 【 0 0 2 2 】

なお、MFC 16 と石英ガラスパイプ 11 との間にはバッファタンク 17 が設けられており、図 3 (C) に示すような、MFC 16 から供給されるガスによって石英ガラスパイプ 11 の内圧が振動するハンチングを抑えて、図 3 (D) に示すように内圧の変化をなめらかにする。

#### 【 0 0 2 3 】

以上説明したように、本発明に係る光ファイバ母材の製造方法およびその装置では、石英ガラスパイプ 11 から光ファイバ母材 20 を製造する際に、第 1 の圧力計 P1 により石英ガラスパイプ 11 の入口側の圧力を計測し、あるいは、第 2 の圧力計 P2 により石英ガラスパイプ 11 の出口側の圧力を計測して内圧を得、経験的に得られている石英ガラスパイプ 11 の肉厚  $t$  と最適な内圧との関係に基づいて、制御部 14 が内圧調整手段である圧力調整弁 15 や MFC 16 を制御するので、内圧を最適値に設定することができる。これにより、経験の浅い作業でも熟練者と同様に品質の高い光ファイバ母材 20 を容易に製造することができることになる。

#### 【 0 0 2 4 】

##### 【実施例】

次に、具体的な第 1 実施例について説明する。図 4 にはロッドインコラプス法による光ファイバ母材の製造方法が示されている。なお、すでに前述した部位と共通する部位には同じ符号を付して、重複する説明は省略することとする。

すなわち、外径  $D_1$ 、内径  $D_2$ 、肉厚  $t$  の石英ガラスパイプ 11 の内部に、外径  $d$  のコアラッド 31 を挿入し、加熱手段としての酸水素バーナー 32 により加熱処理して両者を密着させる。加熱手段は、抵抗加熱炉、誘導加熱炉を用いても構わない。このとき、石英ガラスパイプ 11 の内部には  $O_2$ 、 $N_2$ 、 $Cl_2$  等のプロセスガス 33 が所定圧力で供給されている。

なお、光ファイバ母材 20 では、有効部 20a を挟んで前端部分および後端部分には、製品として用いられない非有効部 20b、20b が発生する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 5 には、経験的に得られている石英ガラスパイプ 11 の肉厚  $t$  と内圧との関係が示されている。この関係は制御部 14 に記憶されており、外径  $D_1$  および内径  $D_2$  を入力すると、制御部 14 が最適な設定内圧を決定する。あるいは、肉厚  $t$  を入力するか計測するようにしてもよい。そして、第 1 の圧力計 P1 により計測された圧力が決定された設定内圧と異なる場合には、制御部 14 は内圧が設定内圧と一致するように圧力調整手段を制御する。例えば、圧力調整手段として図示しない排出装置によって、石英ガラスパイプ 11 に供給されるプロセスガス 33 を途中から排出して内圧を下げることもできる。

なお、図 5 に示した肉厚  $t$  と内圧との関係は一例であり、両者の関係が常に 1 次的（直線的）となることを意味するものではない。

#### 【 0 0 2 6 】

以上説明したように、石英ガラスパイプ 11 の肉厚  $t$  と内圧との関係から、最適な設定内圧を決定し、内圧が設定内圧と一致するように制御部 14 が制御するので、経験の浅い作業でも熟練者と同様に品質の高い光ファイバ母材 20 を容易に製造することができることになる。

#### 【 0 0 2 7 】

##### 【実施例】

次に、具体的な第2実施例について説明する。図6にはMCVD法による光ファイバ母材の製造方法が示されている。なお、すでに前述した部位と共通する部位には同じ符号を付して、重複する説明は省略することとする。

すなわち、外径D3、内径D4、肉厚tの石英ガラスパイプ11の内部に、O<sub>2</sub>、Cl<sub>2</sub>、SiCl<sub>4</sub>、GeCl<sub>4</sub>等のプロセスガス33を送り込むと共に、加熱手段としての酸素バーナー32を前後に往復移動（トラバース）させて加熱処理することにより、石英ガラスパイプ11の内部にガラス34を堆積させる。加熱手段は、抵抗加熱炉、誘導加熱炉を用いても構わない。

#### 【0028】

図7には、このとき内圧計測手段である第1の圧力計P1または第2の圧力計P2により測定される内圧の変化の例が示されている。なお、トラバース回数に応じて石英ガラスパイプ11の肉厚tは徐々に変化しており、各層堆積時の肉厚tは肉厚計測手段13によって随時計測されている。すなわち、トラバース回数が増すに従って肉厚tが増加するため、内圧を徐々に上げている。

#### 【0029】

経験的に得られている石英ガラスパイプ11の肉厚tと内圧との関係は、第1実施形態と同様に、図5に示すような関係がある。この関係は制御部14に記憶されており、肉厚計測手段13により測定された肉厚tに応じて最適な内圧を決定する。そして、内圧計測手段である第1の圧力計P1または第2の圧力計P2により計測された圧力が決定された設定内圧と異なる場合には、制御部14は内圧が設定内圧と一致するように圧力調整手段であるMFC16や圧力調整弁15を制御する。

#### 【0030】

以上説明したように、石英ガラスパイプ11の肉厚tは変化するので随時計測し、予め得られている肉厚tと最適な内圧との関係に基づき、制御部14が計測された肉厚tに対する最適な設定内圧を決定し、内圧が設定内圧と一致するように内圧調整手段を制御するので、経験の浅い作業員でも熟練者と同様に品質の高い光ファイバ母材20を容易に製造することができることになる。

#### 【0031】

なお、本発明の光ファイバ母材の製造方法およびその装置は、前述した実施形態に限定されるものでなく、適宜な変形、改良等が可能である。

#### 【0032】

##### 【発明の効果】

以上、説明したように、本発明にかかる光ファイバ母材の製造方法によれば、請求項1に記載したように、石英ガラスパイプから光ファイバ母材を製造する際に、経験的に得られている石英ガラスパイプの肉厚と最適な内圧との関係に基づき、肉厚の変化に対応して内圧を調整しながら光ファイバ母材の製造を行うので、経験の浅い作業員でも熟練者と同様に品質の高い光ファイバ母材を容易に製造することができることになる。

また、本発明にかかる光ファイバ母材の製造装置によれば、請求項4に記載したように、石英ガラスパイプから光ファイバ母材を製造する際に、肉厚計測手段により石英ガラスパイプの肉厚を計測し、経験的に得られている石英ガラスパイプの肉厚tと最適な内圧との関係に基づいて、制御部が内圧調整手段を制御するので、内圧を最適値に設定することができる。これにより、経験の浅い作業員でも熟練者と同様に品質の高い光ファイバ母材を容易に製造することができることになる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ファイバ母材の製造方法およびその装置の実施形態を示す構成図である。

【図2】制御部における制御の流れを示すブロック図である。

【図3】(A)は設定内圧の変化を示すグラフ、(B)はMFCの流量の変化を示すグラフ、(C)は内圧の測定値、(D)はバッファタンクを設けた場合の内圧の測定値を示すグラフである。

【図 4】第 1 実施例を示す構成図である。

【図 5】肉厚と内圧の関係を示すグラフである。

【図 6】第 2 実施例を示す構成図である。

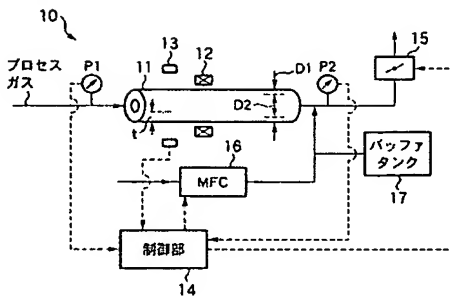
【図 7】トラバース回数に応じた内圧の変化を示すグラフである。

【符号の説明】

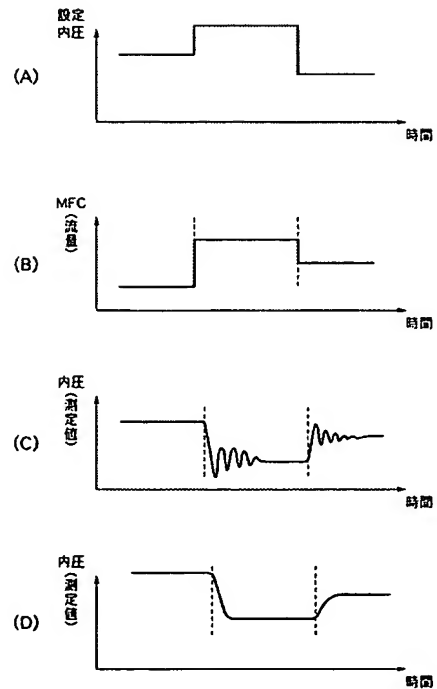
- 1 0 光ファイバ母材の製造装置
- 1 1 石英ガラスパイプ
- 1 3 肉厚計測手段
- 1 4 制御部
- 1 5 圧力調整弁（内圧調整手段）
- 1 6 M F C（内圧調整手段）
- 2 0 光ファイバ母材
- P 1、P 2 圧力計（内圧計測手段）

10

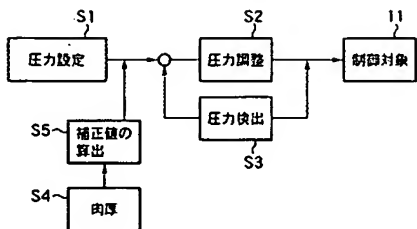
【図 1】



【図 3】

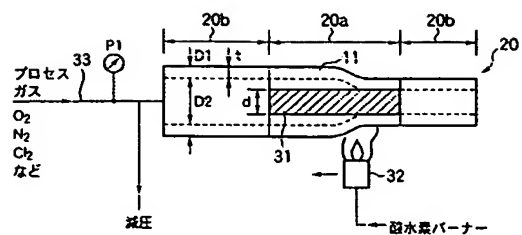


【図 2】

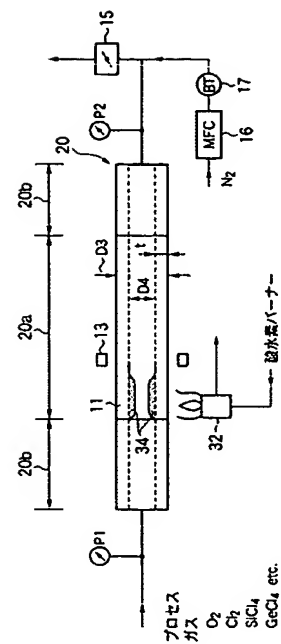




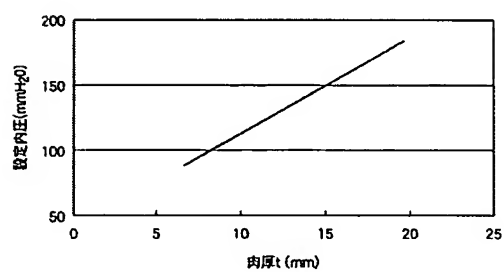
【 図 4 】



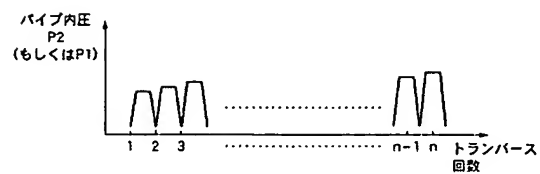
【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 慎治

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 安西 俊一

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

Fターム(参考) 4G021 BA04 EA02 EB11 EB24 EB26